网络信息资源著作权创新生态系统构建及其可靠性研究*

■ 李珊[1] 张文德[2] 曾金晶[3]
[1] 福州大学经济与管理学院 福州 350108 [2] 福州大学信息管理研究所 福州 350108
[3] 福建农林大学图书馆 福州 350002

摘 要：[目的/意义]新形势下推进网络信息资源著作权创新生态系统建设并评估其可靠性，有利于激活著作权活动的创新活力，引导网络版权产业的可持续发展。[方法/过程]首先，构建网络信息资源著作权创新生态系统演化模型，并提出一种基于 Markov 过程的系统可靠性评估方法并给出相应的解析方程式。然后，利用贝叶斯网络模型计算运行状态转移率的基础数据，求解系统的瞬态可用度，同时通过研究稳态可用度探索影响网络信息资源版权业态发展的关键因素。最后，以网络视频资源著作权创新生态系统为例验证模型的适用性。[结果/结论]网络视频资源著作权创新生态系统运行过程中，在254h 达到演化的稳定值0.758 0。其中，创新投入风险对网络信息资源版权业态发展潜在危害最为严重，创新环境风险、著作权侵权风险次之，技术风险、融合创新风险、网络信息资源风险再次之，中止调整率和定期调整率对恢复系统的稳定性具有明显的修正作用。基于此仿真结果，提出促进网络视频版权产业发展的几点策略。

关键词：网络信息资源 著作权 创新生态系统 创新风险 Markov 过程 贝叶斯网络
分类号：G203
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2021.20.002

2020年11月11日，十三届全国人大常委会第二十三次会议表决通过了关于修改著作权法的决定并自2021年6月1日起施行[1]，这是国家针对网络信息资源版权产业发展现实的有力回应，也表明网络著作权保护将转入新的阶段。著作权法修正决议通过后不久，习近平在中央政治局第二十五次集体学习时指出，坚持创新核心地位，是引领网络版权产业发展的第一动力，他强调，要全面加强知识产权保护工作，强化知识产权全链条保护，激发创新活力推动构建新发展格局[2]。

然而，通过文献梳理与对部分平台的著作权运用现状深入调研发现，我国网络版权业发展并不稳定，存在着著作权纠纷频发、著作权交易模式固化、著作权收益分配不均等突出问题，主要表现为网络信息资源的价值创造需求同严峻的著作权创新风险之间的矛盾。因此，有效整合内外部信息资源、人才、技术、资金等生产要素，通过协同创新来优化现有的著作权产业结构，成为新形势下版权产业发展的必然选择。当前，创新范式开始新一轮的变革与升级，独立式创新体系逐渐转变为生态化、协同化的创新生态系统。创新生态系统，是一种基于协作环境的开放式协同创新网络，正可以解释网络著作权环境和利益主体生长发展的复杂性，为我国网络信息资源版权产业发展提供了新思路与新方向——发展网络信息资源著作权创新生态系统。但与此同时，在网络信息资源著作权创新生态系统的演化过程中，不论是外部创新环境还是系统自身演化的不确定性都会诱发创新风险的发生，如若不能预测创新风险的演化机制，将严重危害网络信息资源著作权创新生态系统的整体利益，也会阻碍创新生态系统这种创新范式在网络版权产业的推广与扩散。因此，有必要对所构建的创新生态系统进一步开展可靠性分析，为形成网络著作权风险预警和应急防控体系提供一定的理论依据，有利于推动网络版权产业健康可持续发展，形成尊重著作权，尊重创新创造的社会氛围。

目前著作权生态的研究重点聚焦于生态要素构建[3-5]、价值创造[6-7]以及生态演化[7-8]三个维度，但未在归纳各类型网络信息资源著作权运营共同点的前

* *本文系福建省中青年教师科研课题项目“高校专利信息化的驱动机制及其模式研究”（项目编号：JAT170208）研究成果之一。
作者简介：李珊（ORCID：0000-0002-7843-3303），博士研究生；张文德（ORCID：0000-0002-3017-9211），教授，博士，博士生导师；曾金晶（ORCID：0000-0001-6078-1708），馆员，博士，通讯作者，E-mail：765621957@qq.com。
收稿日期：2021-04-05 修回日期：2021-07-26 本文起止页码：13-22 本文责任编辑：杜杏叶

提下，对网络信息资源著作权创新生态系统的构建进行整体揭示；并且在面临创新风险的情况下，如何保证创新生态系统稳定运行，也暂无突破性的研究。系统中的创新风险错综复杂，有必要在研究系统可靠性之前对风险因素进行适当约简，并采用一个网络结构将之有效地组织起来，以确保系统可靠性分析的准确性及分析效率。

贝叶斯网络作为基于概率论与图论的不确定性知识表示和推理的重要工具，已广泛应用到智能推理[9]、可靠性分析[10]、风险分析[11-12]及诊断预测[13-14]等复杂建模领域。Markov 过程擅长于将某一系统运行过程抽象为随机性的时序模型，利用变量的现有状态和转移动向，预测推理系统走势，从而为决策提供依据，在系统可靠性研究领域已颇有建树[15-16]。

综上，本文创新之处在于首次构造了网络信息资源著作权创新生态系统演化模型，基于该模型整合创新风险指标体系；接着，引入 Markov 过程建立可靠性模型并对该模型的可靠性进行定量分析，进一步准确把握系统的运行性能和变化规律，从而有效地为创新主体协同创新、保证版权产业可持续运行提供前瞻性指导。

1 网络信息资源著作权创新生态系统理论分析

1.1 网络信息资源著作权创新生态系统演化模型

网络信息资源著作权创新生态系统综合运用法律、行政、经济、技术等多种手段，打通网络信息资源著作权创造、运用、保护、管理、服务全链条，促进创新要素自主有序流动、高效配置。网络信息资源著作权创新生态系统是一个可以无限扩大且趋于稳定的社群[5]，与自然生态系统进行类比，也包含生物要素的创新主体和非生物要素的创新环境两个关键的组成要素[17]。如图 1 所示，生物要素的创新主体主要包括创新生产者、创新消费者和创新分解者以及对该创新生态系统运行发挥辅助支持作用的其他创新主体，如政府、著作权集体管理组织、技术研发公司、其他行业组织机构等；而非生物成分的创新环境主要包括法律环境、政策环境、技术环境、文化环境、经济环境和社会环境。组成要素之间开放式协同创新，不断进行着物质循环、能量流动和信息传递，并通过竞合机制、供求机制、共生机制、转化机制等作用于著作权创新[18]，最终获得网络信息资源创新、著作权运用创新、著作权服务创新和技术应用创新等创新收益，从而反哺该创新生态系统循环可持续发展。

其中，信息资源创作者、网络内容服务提供者与用户之间的互动是网络信息资源著作权价值创造与价值运用的核心环节。信息资源创作者作为创新生产者，代表着新型信息资源的生产主体，主要通过资源共享、著作权许可、著作权转让等契约将信息资源分发至网络内容服务提供者提供的传播平台。网络内容服务提供者作为创新消费者，以吸收创新生产者的创新成果作为自身生存发展的前提条件，且拥有信息资源的控制权与配置权，是著作权运用、管理与服务的关键主体。一方面，对所接收资源进行筛选整合、推荐分类，为网络用户提供更为智能高效的服务、最大程度地满足市场需求；另一方面，开展著作权经营活动创新，具体来说，将著作权视为资本，参与融资活动，如版权证券化、质押标的、版权投资等多种形式，使得著作权收益来源多元化、创造尽可能多的经济价值。网络用户作为创新分解者，通过私信、评论、弹幕、打赏等方式，将资源评价和信息需求反馈予信息资源创作者和网络内容服务提供者，后二者接收反馈生产更为优质的信息资源内容，进而形成信息资源创新循环，有利于缓解我国网络信息资源知识产权“多而不优”“大而不强”的问题。此外，用户生成内容（User-generated content, UGC）时代，创作者与用户之间的界限日益模糊，用户很容易完成从创新分解者到创新生产者角色的转变。与此同时，政府立法部门和著作权集体管理组织为著作权保护贡献了绝对力量。前者审时度势，针对网络版权业发展藩篱不断革新著作权相关法律，保障创新主体著作权活动的公平与正义；后者集中行使著作权人的有关权利，进行涉及著作权及其有关权利的诉讼与仲裁，保护著作权创新生产者的合法权益。

除此之外，金融机构投资的资金流、技术研发公司支持的技术流等非生物要素也流入创新生态系统内部，刺激系统内部产生涨落波动。随着非生物要素的变化，部分涨落分量很快衰减，促使系统随机演化，而部分涨落分量逐渐累积，累积至某临界状态就使著作权运用流程进入创新进程，最终形成新的有序的网络信息资源著作权生态。

1.2 网络信息资源著作权创新生态系统创新风险

识别网络信息资源著作权创新生态系统演化过程中的创新风险，是展开系统可靠性分析的前提。本文根据网络信息资源著作权创新生态系统演化流程、前人指标体系构建研究成果以及 6 名权威专家征询结果，

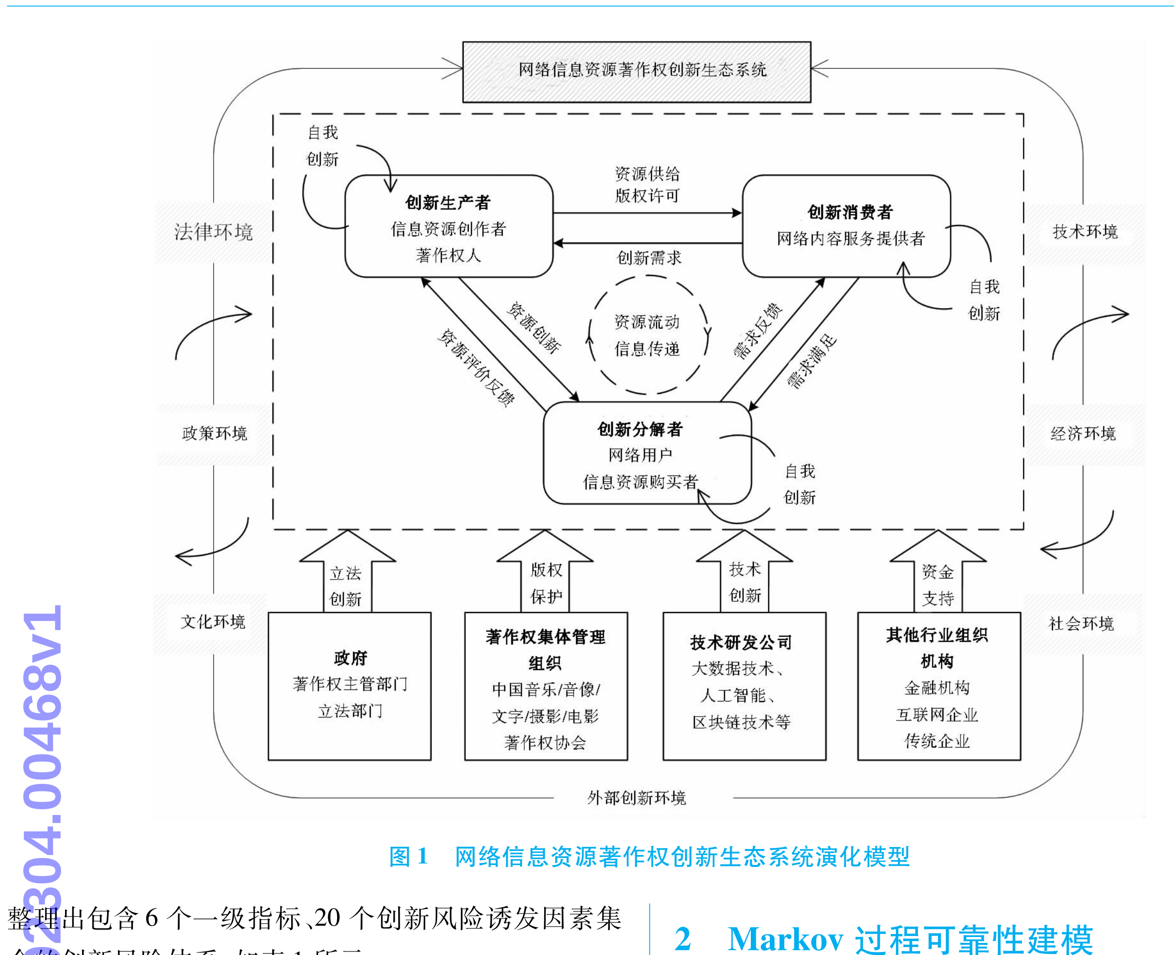


图 1　网络信息资源著作权创新生态系统演化模型

整理出包含 6 个一级指标、20 个创新风险诱发因素集合的创新风险体系，如表 1 所示：

表 1　网络信息资源著作权创新生态系统创新风险体系

目标	一级指标	二级指标	来源
网络信息资源著作权生态系统创新风险 T	融合创新风险 A_1	文化差异与锁定 B_1	杨波[19]
		不完备契约 B_2	周大铭[20]
		著作权收益分配不均 B_3	李婵，等[21]
		著作权服务管理模式差异 B_4	
	网络信息资源风险 A_2	信息资源价值风险 B_5	
		非法处理信息资源 B_6	李婵，等[13]
		信息资源争夺 B_7	王怀祖，等[22]
		信息资源流失 B_8	
	技术风险 A_3	技术融合风险 B_9	李小群[23]
		技术锁定 B_{10}	
		网络技术革新期延长 B_{11}	
		网络技术生命周期变短 B_{12}	
	创新环境风险 A_4	著作权法律法规及政策变化 B_{13}	周大铭[20]
		市场环境与需求复杂多变 B_{14}	
	创新投入风险 A_5	人才紧缺 B_{15}	
		资金紧缺 B_{16}	K. Abhari, et al.[24]
	著作权侵权风险 A_6	协同创作著作权归属问题 B_{17}	
		著作权财产权转移风险 B_{18}	周园，等[25]
		信息资源资本运营风险 B_{19}	李婵，等[13]
		知识产权素养低 B_{20}	

2　Markov 过程可靠性建模

以 t 为时间间隔对网络信息资源著作权创新生态系统运行状态采样，下一时刻 t_{n+1} 的网络状态只与当前时刻 t_n 的网络状态与行动有关，而与历史状态无关，则将网络信息资源著作权创新生态系统风险演化过程建模为一个时间离散、状态连续的 Markov 过程。

建立 Markov 过程可靠性模型步骤[26]为：

步骤 1：分析系统的风险状态，建立系统的风险状态空间转移图。

步骤 2：根据系统的风险状态空间转移图，写出系统方程系数矩阵 和状态转移概率矩阵，相乘得到系统状态方程：

$$P'(t)=Ap(t)\text{或}P'(t)=p(t)A \qquad \text{公式}(1)$$

步骤 3：利用 Laplace 变换求出系统的瞬时可用度。求解公式为：

$$A=\lim_{x\to\infty}A(t)=\lim_{x\to\infty}p(t) \qquad \text{公式}(2)$$

式中，$p(t)$ 为系统正常运行时的状态之和。

步骤 4：求解稳态可用度：

$$\begin{cases}Ap(\infty)=0\\ \sum_i p_i(\infty)=1\end{cases}\text{或}\begin{cases}p(\infty)A=0\\ \sum_i p_i(\infty)=1\end{cases} \qquad \text{公式}(3)$$

3 网络信息资源著作权创新生态系统的 Markov 可靠性建模

3.1 网络信息资源著作权创新生态系统的 Markov 可靠性结构

网络信息资源著作权创新生态系统在演化过程中面临如表 1 所示的创新风险。结合 6 名权威专家征询结果认为，当系统遭遇创新环境风险和创新投入风险时，由于法律政策、市场需求、人才投入与资金周转等因素与系统演化方向和所需资源关系密切，只能中止创新进程稍作调整。此外，在创新生态系统正常运行过程中，也须定期进行创新策略的调整[27]，以确保系统演化的稳定性和可靠性，但定期调整不会影响系统的持续运行。基于此，本文针对网络信息资源著作权创新生态系统的演化特点和创新风险描述，建立系统空间状态转移图，如图 2 所示：

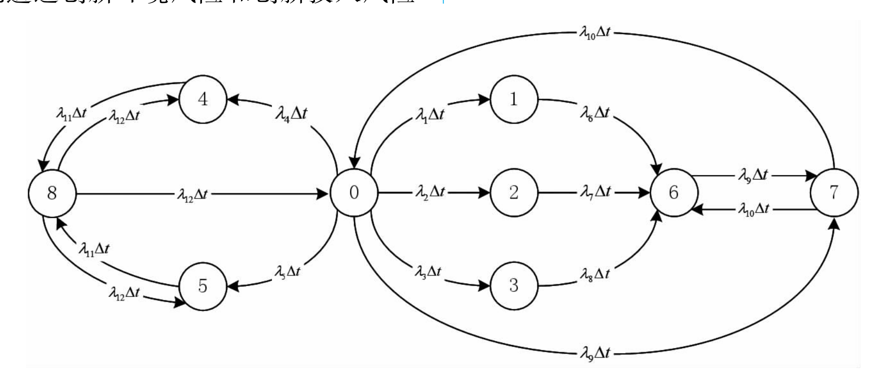


图 2 网络信息资源著作权创新生态系统演化风险转移图

结合图 2 给出如表 2 所示的 9 种运行状态描述。状态空间可用 $E=\{0,1,2,3,4,5,6,7,8\}$ 来表示，其中系统正常运行的状态是 $W=\{0,1,2,3,6,7,8\}$，中止创新的状态是 $F=\{4,5\}$。

表 2 系统创新运行状态描述

状态参数	状态含义
0	表示网络信息资源著作权创新生态系统无风险运行
1	表示系统面临融合创新风险，但仍可持续运行
2	表示系统面临信息资源风险，但仍可持续运行
3	表示系统面临技术风险，但仍可持续运行
4	表示系统面临创新环境风险，中止创新进程
5	表示系统面临创新投入风险，中止创新进程
6	表示系统面临著作权侵权风险，但仍可持续运行
7	表示定期调整系统创新策略
8	表示系统中止创新进程后调整创新策略

图 2 中 $\lambda_1-\lambda_{12}$ 表示事件由前一时刻状态 i 向后一时刻状态 j 的转移率，各状态转移率的含义如表 3 所示：

表 3 各运行状态转移率含义

参数	参数含义	参数	参数含义
λ_1	融合创新风险发生率	λ_7	网络信息资源风险导致著作权侵权风险发生率
λ_2	网络信息资源风险发生率	λ_8	技术风险导致著作权侵权风险发生率
λ_3	技术风险发生率	λ_9	定期调整率
λ_4	创新环境风险发生率	λ_{10}	定期调整完成率
λ_5	创新投入风险发生率	λ_{11}	中止调整率
λ_6	融合创新风险导致著作权侵权风险发生率	λ_{12}	中止调整完成率

3.2 确立系统状态转移矩阵

根据多状态系统建模解算前提假设，不同组成节点的跃迁状态相互独立，由建立的 Markov 运行状态转移图得到系统状态转移矩阵：

$$A=\begin{bmatrix} -(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5+\lambda_9) & \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 & \lambda_4 & \lambda_5 & 0 & \lambda_9 & 0 \\ 0 & -\lambda_6 & 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\lambda_7 & 0 & 0 & 0 & \lambda_7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\lambda_8 & 0 & 0 & \lambda_8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \text{作}0 & -\lambda_{11} & 0 & 0 & 0 & \lambda_{11} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\lambda_{11} & 0 & 0 & \lambda_{11} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\lambda_9 & \lambda_9 & 0 \\ \lambda_{10} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda_{10} & -2\lambda_{10} & 0 \\ \lambda_{12} & 0 & 0 & 0 & \lambda_{12} & \lambda_{12} & 0 & 0 & -3\lambda_{12} \end{bmatrix} \qquad \text{公式(4)}$$

3.3 构建系统瞬态的可用度微分方程组

令 $P_i(t)=P\{X(T)=i\}(i\in E)$ 为时刻 t 对应状态 $E(i)$ 发生的概率，且满足

$$\begin{cases}P_0(t)=1\\ \sum_{i}^{8}P_i(t)=1\end{cases} \quad 公式(5)$$

根据公式(1)得

$$[P_0'(t)P_1'(t)P_2'(t)P_3'(t)P_4'(t)P_5'(t)P_6'(t)P_7'(t)P_8'(t)]=[P_0(t)P_1(t)P_2(t)P_3(t)P_4(t)P_5(t)P_6(t)P_7(t)P_8(t)]A \quad 公式(6)$$

结合公式(5)可得到系统微分方程：

$$\begin{cases}P_0'(t)=\lambda_{10}P_7(t)+\lambda_{12}P_8(t)-(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5+\lambda_9)P_0(t)\\ P_1'(t)=\lambda_1P_0(t)-\lambda_6P_1(t)\\ P_2'(t)=\lambda_2P_0(t)-\lambda_7P_2(t)\\ P_3'(t)=\lambda_3P_0(t)-\lambda_8P_3(t)\\ P_4'(t)=\lambda_4P_0(t)+\lambda_{12}P_8(t)-\lambda_{11}P_4(t)\\ P_5'(t)=\lambda_5P_0(t)+\lambda_{12}P_8(t)-\lambda_{11}P_5(t)\\ P_6'(t)=\lambda_6P_1(t)+\lambda_7P_2(t)+\lambda_8P_3(t)+\lambda_{10}P_7(t)-\lambda_9P_6(t)\\ P_7'(t)=\lambda_9(P_0(t)+P_6(t))-2\lambda_{10}P_7(t)\\ P_8'(t)=\lambda_{11}(P_4(t)+P_5(t))-3\lambda_{12}P_8(t)\end{cases} \quad 公式(7)$$

且系统正常运行的瞬态可用度为：

$$A(t)=P_0(t)+P_1(t)+P_2(t)+P_3(t)+P_6(t)+P_7(t)+P_8(t) \quad 公式(8)$$

3.4 构建系统稳态的可用度微分方程组

若令 $P_i=\{i=0,1,2,\cdots,8\}$ 为各状态的稳态可用度，根据稳态可用度定义，$t\to\infty$ 时，瞬时可用度即为稳态可用度，即 $P_i=\lim_{x\to\infty}P_i(t)$，并假定系统在初始时刻无风险运行。因此，根据公式(3)得：

$$\begin{cases}(P_0,P_1,P_2,P_3,P_4,P_5,P_6,P_7,P_8)A=(0,0,0,0,0,0,0,0,0)\\ P_0+P_1+P_2+P_3+P_4+P_5+P_6+P_7+P_8=1\end{cases} \quad 公式(9)$$

则有

$$\begin{cases}P_1=\frac{\lambda_1}{\lambda_6}P_0\\ P_2=\frac{\lambda_2}{\lambda_7}P_0\\ P_3=\frac{\lambda_3}{\lambda_8}P_0\\ P_4=\frac{(2\lambda_4+\lambda_5)}{\lambda_{11}}P_0\\ P_5=\frac{(\lambda_4+2\lambda_5)}{\lambda_{11}}P_0\\ P_6=\frac{2(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3)}{\lambda_9}P_0+P_0\\ P_7=\frac{\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_9}{\lambda_{10}}P_0\\ P_8=\frac{\lambda_4+\lambda_5}{\lambda_{12}}P_0\\ \sum_{0}^{8}P_i=1\end{cases} \quad 公式(10)$$

且系统正常运行的稳态可用度为：

$$A=P_0+P_1+P_2+P_3+P_6+P_7+P_8 \quad 公式(11)$$

4 算例分析

4.1 数据来源

近年来，我国视频行业欣欣向荣，且短视频行业异军突起，内外部创新要素聚集联结，逐渐形成了较为完整的网络视频资源著作权创新生态系统。然而，现实情况是，我国视频行业的创新进程中，著作权纠纷不断发生，阻碍了我国视频资源著作权的价值创造。因此，本文以我国视频行业为例，展开基于 Markov 过程的网络信息资源著作权创新生态系统的可靠性模型的算例分析，一方面能够验证方法的可行性与适用性，另一方面能够识别影响网络视频资源著作权创新的关键风险因素，有利于指导利益主体提前采取措施防控创新风险。当前网络版权产业对创新风险缺乏监管经验，且与著作权创新生态系统创新风险相关的定量化分析更是鲜见，导致运行状态转移率的历史数据收集困难，因此，本文主要通过专家经验和创新主体代表意见获取先验概率。2021 年 5 月 31 日，研究结合表 1 选取著作权领域和网络视频行业管理领域的专家共 36 人(其中包括上文提及的 6 位征询过的专家)发放问卷，请专家依据对网络视频资源著作权协同创新的了解对表 1 所涉及的子节点(B_1-B_{20})的发生概率及父节点(A_1-A_6)的条件概率进行估测，问卷回收日期为 6 月 10 日。将专家划分为三个等级，具体人数及权重如表 4 所示：

表 4　专家权重

级别	分级说明	专家人数	权重
一级	著作权及信息资源管理领域的(副)教授和研究馆员 网络视频行业创新主体高级管理者/高级工程师	6	1
二级	著作权及信息资源管理领域的教师(讲师及以下) 网络视频行业创新主体中初级工作人员	18	0.9
三级	网络著作权及信息资源管理方向的在校博士生、硕士生 视频行业创新主体一般工作人员	12	0.8

4.2　运行状态转移率计算

应用公式(12)统计、处理专家调查数据[28]：

$$\rho_{mn} = \sum_{k=1}^{s}\omega_{mnk} \Big/ \sum_{m=1}^{2}\sum_{k=1}^{s}\omega_{mnk},\ m=1,2;\ n=1,2,\cdots,20;\ k=1,2,\cdots\cdots,s \qquad \text{公式(12)}$$

式中，m 代表创新风险的状态，文中分为发生与不发生两种状态；n 代表贝叶斯网络中的节点，ρ_{mn} 表示节点 n 处于风险状态 m 的概率，s 表示所调查专家人数，ω_{mnk} 则代表认为节点 n 的风险状态为 m 的第 k 个专家的权重系数，文中 $m=2$，$n=20$，$s=36$。经上述方法进行数据处理后，可得子节点 B_1-B_{20} 的边缘概率值，如表 5 所示：

表 5　子节点边缘概率值

节点	概率值		节点	概率值		节点	概率值		节点	概率值	
	发生	不发生		发生	不发生		发生	不发生		发生	不发生
B_1	0.386 8	0.613 2	B_6	0.440 3	0.559 7	B_{11}	0.415 1	0.584 9	B_{16}	0.474 8	0.525 2
B_2	0.443 4	0.556 6	B_7	0.676 1	0.323 9	B_{12}	0.666 7	0.333 3	B_{17}	0.754 7	0.245 3
B_3	0.663 5	0.336 5	B_8	0.474 8	0.525 2	B_{13}	0.704 4	0.295 6	B_{18}	0.701 3	0.298 7
B_4	0.440 3	0.559 7	B_9	0.610 1	0.389 9	B_{14}	0.751 6	0.248 4	B_{19}	0.669 8	0.330 2
B_5	0.613 2	0.386 8	B_{10}	0.386 8	0.613 2	B_{15}	0.443 4	0.556 6	B_{20}	0.616 4	0.383 6

根据公式(13)的全概率公式，由子节点的边缘概率和父节点的条件概率可以得到父节点事件的概率分布：

$$P(A) = \sum_{i=1}^{n} P(A \mid B_i) P(B_i) \qquad \text{公式(13)}$$

现以融合创新风险 A_1 为例具体阐述计算过程。由表 5 可知，$P(B_1)=0.386\ 8$，$P(B_2)=0.443\ 4$，$P(B_3)=0.663\ 5$，$P(B_4)=0.440\ 3$，且根据一级专家经验所得节点 A_1 的条件概率均值见表 6，则由公式(13)可得：

$$P(A_1) = P(A_1 \mid \overline{B_1}, \overline{B_2}, \overline{B_3}, \overline{B_4}) * P(\overline{B_1}) * P(\overline{B_2}) * P(\overline{B_3}) * P(\overline{B_4}) + P(A_4 \mid B_1, \overline{B_2}, \overline{B_3}, \overline{B_4}) * P(B_1) * P(\overline{B_2}) * P(\overline{B_3}) * P(\overline{B_4}) + \cdots + P(A_1 \mid B_1, B_2, B_3, B_4) * P(B_1) * P(B_2) * P(B_3) * P(B_4) = 0.579\ 2$$

表 6　融合创新风险 A_1 条件概率表

B_1	B_2	B_3	B_4	专家 1	专家 2	专家 3	专家 4	专家 5	专家 6	A_1 发生均值	A_1 不发生均值
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000 0	1.000 0
1	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.25	0.15	0.2	0.166 7	0.833 3
0	1	0	0	0.15	0.2	0.25	0.3	0.4	0.3	0.266 7	0.733 3
0	0	1	0	0.5	0.55	0.4	0.5	0.6	0.45	0.500 0	0.500 0
0	0	0	1	0.3	0.25	0.25	0.15	0.15	0.3	0.233 3	0.766 7
1	1	0	0	0.35	0.3	0.45	0.5	0.45	0.55	0.433 3	0.566 7
1	0	1	0	0.6	0.6	0.55	0.65	0.7	0.75	0.641 7	0.358 3
1	0	0	1	0.45	0.4	0.5	0.3	0.55	0.6	0.466 7	0.533 3
0	1	1	0	0.65	0.75	0.75	0.75	0.85	0.7	0.741 7	0.258 3
0	1	0	1	0.5	0.4	0.5	0.45	0.5	0.55	0.483 3	0.516 7
0	0	1	1	0.7	0.75	0.7	0.65	0.7	0.7	0.700 0	0.300 0
1	1	1	0	0.8	0.85	0.8	0.85	0.8	0.8	0.816 7	0.183 3
1	1	0	1	0.6	0.65	0.65	0.7	0.65	0.7	0.658 3	0.341 7
1	0	1	1	0.85	0.8	0.8	0.85	0.85	0.9	0.841 7	0.158 3
0	1	1	1	0.85	0.85	0.8	0.8	0.9	0.9	0.850 0	0.150 0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.000 0	0.000 0

同理可得其他父节点的发生概率值，如表 7 所示：

表 7　父节点发生概率分布

节点	概率值		节点	概率值		节点	概率值	
	发生	不发生		发生	不发生		发生	不发生
A_1	0.579 2	0.420 8	A_3	0.635 8	0.364 2	A_5	0.513 0	0.487 0
A_2	0.539 8	0.460 2	A_4	0.822 0	0.178 0	A_6	0.793 6	0.206 4

同样，根据贝叶斯算法，$\lambda_6 - \lambda_8$ 取值由 $P(A_1) - P(A_3)$ 分别与 $P(A_6)$ 相乘所得。$\lambda_9 - \lambda_{12}$ 由一级专家组所给概率均值得出。由于文章篇幅较长，此处未给出详细的调查结果与计算过程，如有需要可向作者索要。综上，基于父节点概率分布值得到各运行状态转移率取值，如表 8 所示：

表 8　各运行状态转移率取值

参数	参数取值	参数	参数取值	参数	参数取值
λ_1	0.579 2	λ_5	0.513 0	λ_9	0.566 7
λ_2	0.539 8	λ_6	0.459 7	λ_{10}	0.475 0
λ_3	0.635 8	λ_7	0.428 4	λ_{11}	0.616 7
λ_4	0.822 0	λ_8	0.504 6	λ_{12}	0.383 3

4.3　系统创新瞬态可用度分析

结合使用 Mathematica 和 MATLAB 开展计算与仿真，对公式(7)进行 Laplace 变换，并根据公式(8)和表 8 求得系统创新的瞬态可用度，在 1 000h 内系统瞬态可用度如图 3 所示：

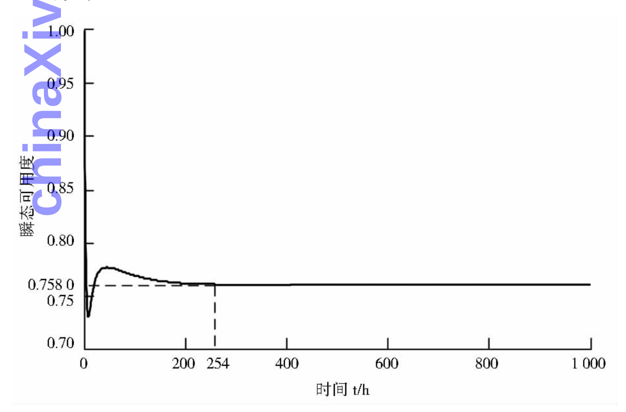


图 3　网络视频资源著作权生态系统瞬态创新随时间的变化

图 3 中，0 时刻系统创新的瞬态可用度为 1，也即网络视频资源著作权创新生态系统运行初始为无风险运行状态；随着系统演化推进，创新风险衍生，使得系统遭受创新风险打击、破坏了创新稳定，系统瞬态可用度迅速下降，跌破 0.73；随后，由于系统采取中止创新调整或定期调整创新策略等手段，瞬态可用度逐渐回升。开始，在创新风险的冲击下系统瞬态可用度又持续下降，但下降趋势逐渐变缓。最终，系统在风险破坏与调整修复之间达到平衡状态，并在 254h 系统创新演化达到稳态值 0.758 0，此时，网络视频资源著作权创新生态系统稳定运行。

4.4　系统创新稳态可用度分析

与系统创新瞬态可用度相比，系统稳态可用度表征了系统长时间处于运行状态的性能，更能够说明影响系统演化不稳定因素的作用机理[29]。为此，本文为满足视频资源著作权创新主体开展创新活动的实践需求，进一步探讨各状态转移率对系统稳态可用度的影响，根据公式(10)(11) 和表 8 可得网络视频资源著作权创新生态系统稳态可用度随各状态转移率的变化规律，见图 4。

图 4(a)和图 4(b)表明，系统创新稳态可用度与系统 5 种创新风险发生率密切相关。其中，创新投入风险 λ_5 对系统稳态可用度影响最大，其次为创新环境风险 λ_4，技术风险 λ_3、融合创新风险 λ_1 和网络信息资源风险 λ_2 再次之。从数量关系上看，随着创新风险发生率 $\lambda_1 - \lambda_3$ 逐渐增加，系统稳态可用度整体呈现下降趋势，但其下降幅度相对较小，下降范围保持在 0.12 以内；相较于 $\lambda_1 - \lambda_3$ 的发展情况，随着 λ_4 与 λ_5 的增加，系统稳态可用度下降速率与下降幅度更大，这表明创新环境风险和创新投入风险对系统创新的负面影响更为严重，这一结果与专家所认为的当系统遭遇创新环境风险与创新投入风险时有必要中止创新暂行调整创新方向与策略的提议不谋而合。

著作权侵权风险作为融合创新风险、网络信息资源风险与技术风险作用之下所衍生的一类创新风险，其风险发生转移率与 $\lambda_1 - \lambda_3$ 息息相关。正如图 4(c)所示，代表 $\lambda_6 - \lambda_8$ 稳态可用度的三条直线趋势与 $\lambda_1 - \lambda_3$ 相近，且数值下降更为迅速，这是由于 $\lambda_6 - \lambda_8$ 是由 $\lambda_1 - \lambda_3$ 所代表的风险发生率与著作权侵权风险发生率的乘积所得，仿真符合实际情况。从贴合度来看，代表三类著作权侵权风险的三条直线几近重叠，这表明三类著作权侵权风险对系统运行影响结果十分接近，且具备可观的破坏力。

由图 4(d)可知，创新生态系统稳态可用度随着定期调整率 λ_9 和中止调整率 λ_{11} 的增加而增加，其中中止调整率 λ_{11} 几乎能够将稳态可用度恢复至初始状态，说明当系统面临创新环境风险和创新投入风险时，及时中止创新进程调整创新方向和创新策略对系统正常运行有着积极的影响；但代表 λ_{11} 稳态可用度的曲线上升到定值后上升趋势变缓，且定期调整率 λ_9 只能将系

图書情報工作
第 65 卷 第 20 期 2021 年 10 月



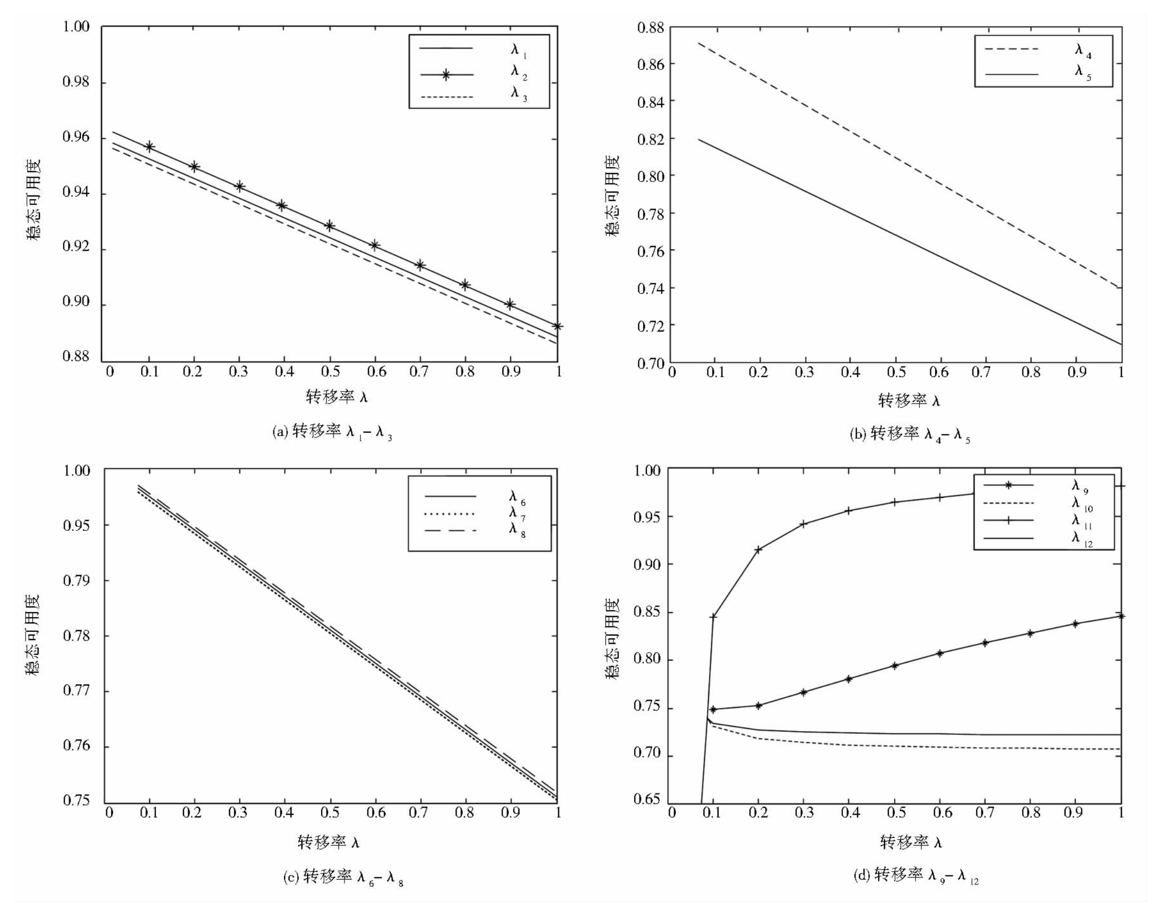


图 4　各状态转移率与系统稳态创新演化的关系

统修复至稳态值 0.845 的程度，说明调整率对修复该创新生态系统也存在一定的局限性。此外，定期调整完成率 λ_{10} 与中止调整完成率 λ_{11} 对系统稳态可用度的影响并不显著。

4.5　促进网络视频资源著作权创新可持续发展策略

综合算例分析结果可见，为了提升网络视频资源著作权创新生态系统的可靠性，不仅要考虑提升系统的定期调整率和中止调整率，还要采取措施最大限度地降低系统创新所衍生的创新风险。只有将二者综合考虑，才能充分提高系统的可靠性。具体指导措施如下：

（1）创新投入风险对系统可靠运行的危害最为严重。可以见得，多种创新要素的持续投入是网络视频资源著作权创新生态系统稳健运行的命脉。因此，创新主体应通过创新人才、创新资金和科技成果的聚集和配置建立多元化的创新投入系统，提高创新投入产出比。其中，创新资金来源以平台营收为主体，政府专项资金为引导，金融机构投资为辅助、著作权协会募资为补充。同时，吸引优秀创新人才加入系统对网络视频资源著作权运用流程动态调整与优化，用知识与经验武装头脑以应对不断衍生变化的创新风险，促进著作权效益的提升。

（2）创新环境风险对系统可靠性的负面影响仅次于创新投入风险。这是由于创新环境对系统运行起着导向作用，毕竟任何创新活动基本都依赖于法制创新与政策创新的积淀和持续激励，任何创新成果都有赖于通过市场流通实现知识的转移转化与价值增值。因此，创新主体应密切关注国家著作权法律革新及政策变化，切实关切市场、合作伙伴及用户需求的转变，统筹整个创新生态系统的前进方向，及时调整创新策略，抢占市场先机。

（3）融合创新风险、网络信息资源风险、技术风险以及著作权侵权风险对系统稳定性的影响虽没有前两者显著，但也对网络视频资源著作权创新生态系统的可持续运行产生了负面影响，因此，也有必要采取防范措施。一方面，争取使得全体社会公民构筑网络著作权道德体系，提升知识产权素养，凭借公民内心的自我约束作用规范个体行为，以视频资源著作权创新为己任；另一方面，推动创新主体之间文化深度融合、经营模式融合与技术创新融合，为著作权协同创新孕育良

好的创新氛围,使得创新主体能够获得更多的环境应答与试错空间,进一步提高网络视频资源著作权创新生态系统的鲁棒性,越有利于系统的演化进程。

(4)中止调整率和定期调整率对系统提高运行性能具有显著的正反馈效应。著作权创新生态系统缺乏创新要素的投入就会停滞不前,不顺应网络版权产业发展趋势便会故步自封走向消亡。在还未造成不可挽回的局面之前,及时停止错误的创新方向,迅速调整创新策略是使得创新生态系统恢复活力的唯一选择。此外,也应重视对系统创新开展定期检查调整,定期调整不仅是对微小问题的及时修复,也是对系统所进行的预防性调整,能够及时掌握系统运行状态,将创新风险消灭于萌芽状态,保证网络视频资源著作权创新生态系统的可持续运行。

5 结语

文章基于创新生态系统理论,以网络信息资源著作权创新生态系统及其创新风险为研究客体,以网络信息资源著作权创新主体为服务对象,以 Markov 过程和贝叶斯网络为研究工具,探讨了网络信息资源著作权创新生态系统的可靠性问题。以网络视频资源著作权创新生态系统为算例,计算得出该创新生态系统的瞬态可用度稳态值为 0.758 0。并分析了 Markov 过程各状态转移率对系统稳态可用度的影响。所得的系统瞬态和稳态可用度的仿真结果与专家对整个网络视频资源著作权创新生态系统的认知是相吻合的,证明了方法的合理性。

基于 Markov 过程的网络信息资源著作权创新生态系统可靠性分析模型,适用于任意类型的网络信息资源著作权活动发展研究。若不同类型的网络信息资源著作权创新生态系统演化符合文中所构建的创新风险指标体系特征及创新演化状态转移路径,便能够套用此模型,探索不同类型的网络信息资源著作权在创新过程中所遭遇的创新风险强度,从而采取针对性的防范措施,保证该创新生态系统的可持续稳健运行。但同时,本研究也存在局限性。首先,创新风险指标体系和运行状态转移路径的构建是根据整个网络信息资源著作权创新生态系统的情况而建立的,但是网络信息资源类型多样,是否适用于不同类型信息资源著作权创新生态系统的研究仍需进一步探讨;其次,模型实际应用时,在获取各运行状态数据时基本依赖于专家的先验知识结构,主观性较强,是否有更为合理的数据获取方法,有待进一步探索。

参考文献:

[1] 全国人民代表大会常务委员会关于修改《中华人民共和国著作权法》的决定[EB/OL].[2021－02－02]. http://www.xinhuanet.com/2020-11/11/c_1126727505.htm.

[2] 新华网. 习近平在中央政治局第二十五次集体学习时强调 全面加强知识产权保护工作 激发创新活力推动构建新发展格局[EB/OL].[2021－02－02]. http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2020-12/01/c_1126808128.htm.

[3] 宋慧献. 版权生态与版权创新初论[J]. 知识产权, 2006, 16(6): 27－32.

[4] AGUILAR-PAREDES C, PEREZ-MONTORO M, SANCHEZ-GOMEZ L. The ecosystem for accessing tv series and films in Spain: an outline of the situation following the intellectual property act 2015[J]. Profesional de la informacion, 2016, 25(6): 870－881.

[5] 吉宇宽. 区块链技术构建数字著作权生态系统对图书馆的实践价值[J]. 图书情报工作, 2020, 64(19): 24－30.

[6] 娄创. 我国数字音乐产业版权生态链的构建与对策研究[D]. 重庆: 重庆理工大学, 2020.

[7] 阎韶宁. 视频网站付费生态构建研究[D]. 济南: 山东大学, 2017.

[8] 娄策群, 曾丽, 庞靓. 网络信息生态链演进过程研究[J]. 情报理论与实践, 2015, 13(3): 10－13.

[9] 顾桐, 许国良, 李万林, 等. 基于集成 LightGBM 和贝叶斯优化策略的房价智能评估模型[J]. 计算机应用, 2020, 40(9): 2762－2767.

[10] 郭茜, 蒲云, 郑斌. 基于故障贝叶斯网的冷链物流系统可靠性分析[J]. 控制与决策, 2015, 30(5): 911－916.

[11] 李俊霞, 温小霓. 科技创新关键阶段投资与风险管理研究[J]. 中国软科学, 2018(9): 175－183.

[12] 疏学明. 基于 Bayes 网络的建筑火灾风险评估模型[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2020, 60(4): 321－327.

[13] 李婵, 张文德, 蓝以信. 网络信息资源著作权侵权风险传导研究[J]. 情报学报, 2014, 33(10): 1046－1056.

[14] 张露江, 张利, 杨要伟, 等. 基于改进贝叶斯网络的风机齿轮箱自动诊断策略研究[J]. 电力系统保护与控制, 2019, 47(19): 145－151.

[15] 郄朝辉, 李威, 崔晓丹, 等. 基于分层马尔可夫的可修复稳定控制系统可靠性分析[J]. 中国电力, 2020, 53(3): 101－109.

[16] 吴文青, 唐应辉, 张元元. 两水平修理策略的 k/n(G)表决系统可靠性分析[J]. 系统工程学报, 2018, 33(6): 854－864.

[17] 戴希兵. 安徽省知识产权产业生态系统研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2018.

[18] 潘苏楠, 李北伟. 基于知识管理的地方智库创新生态系统构建及运行机制研究[J]. 情报资料工作, 2020, 41(2): 106－112.

[19] 杨波, 陆嘉琦. 面向企业技术创新风险的竞争情报预警动力学建模与仿真[J]. 情报科学, 2017, 35(4): 61－67.

[20] 周大铭. 企业技术创新生态系统运行风险评价研究[J]. 科技管理研究, 2014, 34(8): 48 - 51.
[21] 李婵,陶丽,张文德. 视频类知识付费内容著作权侵权风险评价指标体系构建[J/OL]. 情报理论与实践:1 - 15[2021 - 02 - 10]. http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1762.G3.20200917.1300.006.html.
[22] 王怀祖, 黄光辉. 产学研合作创新的知识产权风险研究[J]. 科技管理研究, 2015, 35(3): 130 - 158.
[23] 李小群. 企业技术创新生态系统风险评价研究[D]. 重庆: 重庆师范大学, 2011.
[24] ABHARI K, DAVIDSON E J, XIAO B. A risk worth taking? The effects of risk and prior experience on co-innovation participation [J]. Internet research, 2018, 28(3): 804 - 828.
[25] 周园, 袁颖慧. 基于SD模型的合作创新全过程知识产权风险控制研究[J]. 科技管理研究, 2012, 32(20): 175 - 178.
[26] 刘超, 刘健, 朱元坤, 等. 基于Markov过程的水下采油树系统可靠性分析[J]. 西安石油大学学报(自然科学版), 2019, 34(5): 91 - 96,115.
[27] YAGHMAIE P, VANHAVERBEKE W. Identifying and describing constituents of innovation ecosystems: a systematic review of the literature[J]. EuroMed journal of business, 2019, 15(3): 283 - 314.
[28] 曲朝阳, 杨琴, 杨杰明, 等. 基于贝叶斯网络的智能变电站风险关联模型[J]. 电力系统自动化, 2016, 40(2): 95 - 99.
[29] ZHANG H, INNAL F, DUFOUR F. Piecewise deterministic markov processes based approach applied to an offshore oil production system [J]. Reliability engineering and system safety, 2014 (126): 126 - 134.

作者贡献说明:

李珊:行文框架的把握并画图、计算、编程、撰写论文;
张文德:论文整体思路的统筹,修改论文;
曾金晶:画图指导、计算方法指导及问卷制定指导。

Research on the Construction and Reliability of Network Information Resource Copyright Innovation Ecosystem

Li Shan[1] Zhang Wende[2] Zeng Jinjing[3]
[1] School of Economics & Management, Fuzhou University, Fuzhou 350108
[2] Institute of Information Management, Fuzhou University, Fuzhou 350108
[3] Fujian Agriculture and Forestry University Library, Fuzhou 350002

Abstract: [**Purpose/significance**] In the new situation, advancing the construction of an innovation ecosystem for network information resource copyright and evaluating its reliability is conducive to promoting the creative vitality of copyright activities and guiding the sustainable development of network copyright industry. [**Method/process**] Firstly, this paper constructed the evolution model of network information resource copyright innovation ecosystem, proposed a system reliability evaluation method based on Markov process, and gave the corresponding analytical equations. After that, the Bayesian network model was used to calculate the basic data of the transition rate of each operating state, and the transient availability of the system was solved. Meanwhile, studying the steady availability was to explore the key factors of affecting the development of the copyright industry of network information resources. Finally, the applicability of the model was verified by an example which was the network video resource copyright innovation ecosystem. [**Result/conclusion**] During the operational process of the network video resource copyright innovation ecosystem, it reaches a stable value of 0.7580 at 254 hours. Among them, the innovation investment risk has the most serious potential harm to the development of network information resource copyright industry, followed by innovation environment risk and copyright infringement risk, followed by technology risk, integration innovation risk and network information resource risk, and the suspension adjustment rate and the periodic adjustment rate have obvious corrective effects on the stability of restoring system. Based on the simulation result, several strategies to promote the development of network video copyright industry are put forward.

Keywords: network information resources copyright innovation ecosystem innovation risk Markov process Bayesian network